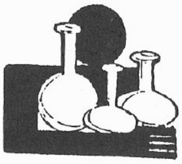


果蔬甜度、糖度、可溶固形物與糖含量的論析

⊙文／劉慧瑛
農試所農化系

在食物所呈現出的酸、甜、苦、辣、澀及鹹等味覺因子中，目前最能以簡單科學方法來分析的，則爲甜及酸。甜度一般是用糖度多寡來衡量，酸度則以pH值或酸鹼滴定值大小來區別。有了糖度及酸度值，對於含有糖酸成分的水果、蔬菜等農產品與飲料、食品等商品的品質好壞，就有了初步判斷的依據。又在糖度的測定上，由於大部分水果果汁的可溶固形物成分中，糖佔最大量，因此以手持式折射計所測出之可溶固形物含量測定值，就被用於表示糖度的大小。由於一般人總認爲糖度就是糖含量多寡的表示，而糖量多寡就代表甜度的大小；事實上這種觀念並不正確，因爲這幾個名詞所代表的意義不盡相同。本文將對這四個名詞所表示的內容做簡單的介紹，並舉例說明，以供大家參考。

一、甜度(sweetness)

人對甜味的喜愛是出於本能；在沒有人工的化學甜味劑出現之前，糖是最主要的甜味來源。甜度可以說是糖溶液所呈現出的甜味感覺程度。目前眞正的甜度尚無法用儀器分析，而是靠官能品評來打分數；而在評分的標準上，通常是把蔗糖當做1。表一所示即各種甜味來源所呈現出甜度的比較。

糖濃度愈高，甜度愈大，這是不爭的事實；但是在糖溶液中若有其它溶質的存在，也會影響甜味的感覺，例如糖中有酸、水果抹鹽、果蔬汁加少量的鹽，均有助於甜度的加强。因此甜度的大小必須在僅由糖提供甜味的情況下，才能說它與糖度的多寡有關。又糖的種類不同時，甜度也不一樣，例如葡萄糖不如蔗糖及果糖甜。溫度不同時，甜度的表現也不同，例如葡萄糖與果糖在冷水中的甜度比熱水中甜度大。水果及果汁飲料中的糖，往往不是單純的一種糖，因此甜度與糖度之間還有一些差距。至於像糖精一類的化合物，甜度與糖度之間完全扯不上關係，尤其是人工甘味料，有些濃度高時甚至會有苦味出現。

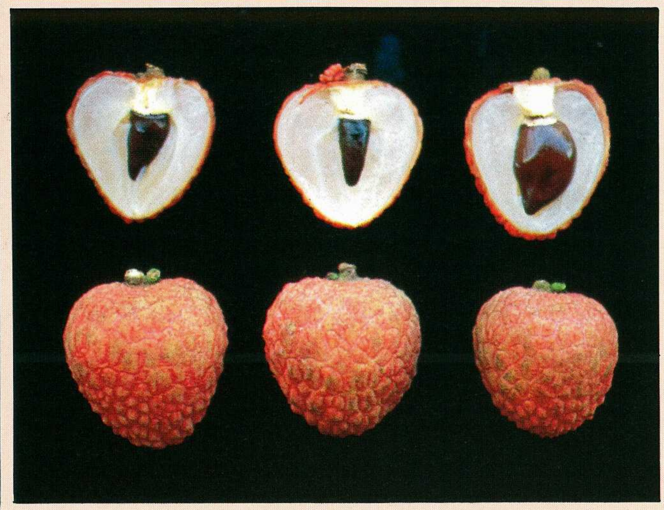
二、糖度(Brix)

雖然中文的糖度兩字有可能是緣自日文，不過中文〔糖度〕一般泛指以糖度比重計或糖度折射計所測得的Brix度數。目前在英文名稱上並沒有和中文意譯相當的文字，而慣用Soluble Solids、Brix表示。

(一)、測定糖度的儀器

在過去，甜味來源以蔗糖爲最大宗時與糖有關的用字用語指的都是蔗糖；而蔗糖濃度的測定儀器可分爲三種。第一種是利用蔗糖溶液的偏光或旋光性，將偏光機或旋光計

◀ 荔枝與葡萄以果糖爲主，通常甜度較大 ▼



(Polariscope or Polarimeter)改良，發展出可直接由旋光度讀出蔗糖濃度的檢糖計(Saccarimeter)。

第二種是利用蔗糖溶液濃度與比重的關係，將浮式比重計(Floating hydrometer)改爲不直接讀出比重而直接讀出蔗糖濃度的糖度比重計(Brix Saccharimeter)。早期檢定標準爲17.5℃，後經國際應用化學會議決定改以20℃爲檢定標準，即測定時溫度如有高低，則查照溫度校正表校正之。同樣原理，利用鹽溶液比重不同設計出可直接讀出鹽溶液濃度的則是Baume比重計；早期製糖工場亦曾用於測糖濃度；不過，以Baume計測糖時，尙需查表換算出Brix讀數。

第三種爲利用測定結晶性物質的光折射性而求出溶液中固形物含量的原理，將一般的折射計(Refractometer)設計成配合糖液測定用的Abbe折射計、糖用折射計(Sugar Refractometer)、浸漬式折射計(Immersion Refractometer)與手持式折射計(Hand Refractometer)等。

(二)、糖度表示方式：

由於測定糖度的儀器設計原理並不相同，因此儀器顯示的讀數意義及表示的單位也不盡相似。

1.檢糖計(旋光計)法：

以檢糖計測定純蔗糖的含量，是以規定量26.0g的純蔗糖(1900年國際砂糖會議決定)用水溶解，定容至100c.c.，在20°C、200mm觀測管下所測得之偏光度當作100。同樣秤取含純蔗糖的檢體在規定量26g及相同條件下，置於檢糖計中觀測之；而由觀測度數(所謂直接偏光度)直接讀出檢體中純蔗糖之%；在早期蔗糖工業上，稱之爲糖度(Pol. or Polarization)。例如直接取甘蔗糖汁，用檢糖計200mm觀測管測定之糖度計算公式即爲：

Pol. (or Polarization)% =直接讀數 x 26/(100 x 汁的比重)

2.Brix糖度計(比重計)法：

由於蔗糖溶液的比重與蔗糖重量百分率可以互換(依據Domke表或依據A.O.A.C.所採用的Plato表)，因此經過設計Brix糖度計所顯示的刻度，即相當於純蔗糖溶液的蔗糖重量百分率。但糖液不純爲蔗糖時，由於其它各糖的比重與蔗糖接近，因此以此法所測得的蔗糖百分率也可當做是糖液濃度的近似値；若溶液中所含的成分不只是糖時，則Brix刻度僅能表示溶液中所含固形物成分之概略百分率。

目前國人通稱的糖度，和前項蔗糖工業上所用的糖度略有不同。在果實、果汁、食品品質分析上所稱的糖度通常是以Brix度數表示，指的就是用比重計法測定樣本溶液的比重，參考Brix度數與糖液比重的

換算表，求得溶液中的糖含量%；或者直接由Brix氏糖度比重計讀出溶液中的糖%，單位爲度。

3.折射計法：

和比重法一樣，蔗糖溶液的折射率與蔗糖重量百分率間也可以互換。爲配合蔗糖溶液濃度的測定，有些折射計是以國際刻度來刻劃，而其直接讀出之刻度值即爲糖液之蔗糖重量百分率，例如糖用折射計或手持式折射計等。較特別的是德製 Goerz糖用折射計，在設計上爲適合熱帶果實的測定，刻劃上是以28℃爲標準。至於用Abbe折射計時，測得之溶液折射率，須參考International CommisionA.O.A.C.制訂之表換算成蔗糖重量百分率。使用浸漬式折射計，則測出之折射計讀數(scale reading)須對照Schonrock-Mathews表換算。

目前果實糖度測定以手持式折射計使用最普遍，因爲價格不貴，操作簡單，攜帶方便，且刻度以蔗糖重量百分率做劃分(讀數即相當於Brix度數)。手持式折射計也因而稱爲手持式糖度計。常用的有0-10%、0-20%、0-23%、0-32%、28-62%、45-82%、58-95%等不同測定範圍。測得的數值有用糖度Brix表示，也有用可溶固形物含量表示，更有以Refractometer Brix有稱呼，以示與直接用Brix計所測得的糖度值不同；單位則有Brix度(簡寫° Bx)或%兩種。

(三)三種方法比較：

以旋光計法測糖度，由於其糖度定義爲蔗糖含量，單位爲Pol%，與目前國內所稱糖度(不限定爲蔗糖溶液，單位爲Brix度數)意義不同，因此不予討論。

折射計法與比重計法相比，則前者較精確且省人力，只是在過去測定上需要較貴的儀器(即折射計)。

由於在糖度的測定上，折射率是依表換算成蔗糖重量百分率，而蔗糖重量百分率又等於Brix度數，因此以折射計測糖液濃度時，單位的表示，往往有%及Brix度數兩種。一般而言，以糖度或Brix表示時，均以Brix比重計法所採用的刻度單位--° Br爲準；而以可溶固形物或Soluble Solids表示時，單位表示上%及° Bx均被採用。

無論是比重法或折射計法，讀出的數值均需依照國際砂糖分析委員會制定的溫度校正表(Ineternational Temperature Correction Table)加以校正至20°C。

三、可溶固形物(Soluble Solids)

糖度比重計與糖度折射計測定的依據對象是蔗糖溶液，若測定的溶液中所溶解的成分不完全是蔗糖時，則所測得的溶解物重量百分率(即可溶固形物含量)，只能說是相對於蔗糖的比重或折射率所換算出來的近似值。在蔗糖工業上所稱的Brix，指的就是用Brix比重計測定出所謂的固形物百分率，並不當作是蔗糖重量百分率。同樣地，在果實品質分析上，Brix度數雖然習慣上看成是含糖重量百分率(一般果汁中存在的糖類如葡萄糖、果糖與蔗糖的比重或折射率相似。)，然而實際上所代表的意義，應該是指果汁所含溶解物概略重量百分率。

果蔬汁的溶解性成分，雖然大部分都以糖爲主，但是除了糖以外，往往還含有有機酸、礦物質、維他命、蛋白質、鹽等和蔗糖的比重及折射計率略有差異的成分，因此由上述糖度比重法及折射計法測得所謂的糖度值，實際上既不能當做眞正的糖含量，也不能當成是測試樣品的眞正可溶固形含量，而僅僅可溶固形物重量百分率的概略值。例如，果膠質(Pectin)爲非結晶性物質，無法利用折射率測定其含量；若測試樣品中含有多量的非結晶性質時，以折射計測定之數值當做可溶固形物含量百分率，必然會有較大的誤差。

目前依據A.O.A.C.的方法

▼ 百香果糖度雖高甜味 反而易被酸味蓋過

，一般的水果及水果產品，若不含不溶性物質(如果汁)時，其可溶固形物含量即以糖度折射計法所得到的讀數表示；若樣本中含有不溶性物質(如果漿)，則可溶固形物含量須代入下列公式計算：

可溶固形物%＝糖度折射計讀數x (100 - 水不溶固形物%)/100

至於柑橘類果汁，依據A.O.A.C.的方法，則可溶固形物含量尙須把糖度折射計所得到的蔗糖含量加上酸度校正值($0.012+0.193x+0.0004x^2$， x爲樣本所含的無水檸檬酸重量%)。這是因爲柑橘果汁中含有檸檬酸，而檸檬酸的折射計率和蔗糖不同，在折射計讀數與可溶固形物含量間略有差距，因此需要校正。我國的國家標準中水果蔬菜汁飲料檢驗法，對於糖度的測定亦考慮到酸度的影響，在求出果蔬汁中的檸檬酸含量後，參考中國國家標準(CNS)水果及蔬菜汁飲料檢驗法--糖度之測定方法上所附之檸檬酸含量與酸度校正值關係表，查出酸度校正值，然後依下列公式予以校正。

糖度＝手持式糖度計糖度＋測定室溫與20℃之溫度值＋酸度校正值

對於一般酸度不高的果品，酸度校正值很小，通常不必考慮校正；但是像萊姆、檸檬、梅子等高酸度的水果似屬必要。不過在這點上，較少人會去注意。日本果實飲料JAS分析法中，對於可溶固形物的分析亦未亦考慮酸度的校正。

由於手持式折射計所測定的是水溶液中可溶固形物的含量，所以不限制只測糖水，像鹽水、豆漿等水溶液都可用它來測定其中的鹽或溶質的濃度；但是在濃度表示上，只宜表示爲可溶固形物含量而不可用糖度兩字，以免混淆。

表一：具有甜味之化學物質的相對甜度比較

化學物質		相對甜度	物質種類區分
半乳糖	galactose	0.3	天然，單醣
果糖	fructose	1.7	天然，單醣
葡萄糖	glucose	0.7	天然，單醣
轉化糖	invert sugar	1.3	天然，單醣
蔗糖	sucrose	1.0	天然，雙醣
麥芽糖	maltose	0.4	天然，雙醣
乳糖	lactose	0.3	天然，雙醣
棉實糖	raffinose	0.2	天然，三醣
甜菊醣苷	stevioside	300	天然，糖苷
果寡醣	fructo-oligo saccharide	0.3	天然，多醣
澱粉	starch	0	天然，多醣
木糖醇	xylito	10.8	天然，糖醇
甘露糖醇	mannitol	0.7	天然，糖醇
山梨糖醇	sorbitol	0.6	天然，糖醇
甘氨酸	glycine	0.8	天然，氨基酸
色氨酸	tryptophan	30	天然，氨基酸
阿斯巴甜	aspartame	180	天然，胜肽
甘油	glycerol	0.48	天然，油脂
其它甘味劑			
cyclamate		30	人工合成
dulcine甘精		250	人工合成
SRI Oxime V		450	人工合成
saccharin糖精		500	人工合成
NeoDHC		1250	人工合成
monellin		3000	天然，蛋白質
P-4000		4100	人工合成

四、糖含量(Sugar content)

水果的糖度可以用可溶固形物含量來表示，且被視爲果汁糖含量多寡的原因，就是因爲水果的可溶固形物成分中糖佔最大量；測出可溶固形的含量也意味著與糖含量相差不遠。

水果的可溶固形物含量可以說是相當於去除水分後的乾物重；其中的成分包括糖、酸、礦物質、果膠、蛋白質、維他命、多醣體等等。對於大多數酸度不大的水果果汁而言，含量最多的當然首推糖(對於酸含量特別高的水果，酸含量可能比糖還要多)；礦物質含量則普遍在0.1-1.0%之間，大多低於0.5%；蛋白質含量也很少超過1%，多在0.6附近，其它如果膠、色素等成分含量也很少。可以說總可溶固形物含量（一般所稱的糖度）是否可以代表糖含量，則完全要看酸的含量如何。

表二所示爲部分省產水果果汁糖度、酸度與糖含量的比較。可以看出酸度與糖含量的總和，約佔糖度的全部或大部份。所以對酸度低的水果來說，糖度的多寡近似於糖含量的多少；但是對酸度高的水果而

表二　剖分省產水果果汁糖度，酸度與糖含量的比較

水果種類	糖度(° Bx)	酸度(%)	全糖(%)	果糖(%)	葡萄糖(%)	蔗糖(%)	換算甜度
椰子	4.2	0.08	3.89	2.21	1.68	-	4.93
蓮霧(帶綠色)	5.8	0.24	5.43	3.04	2.18	0.21	8.26
番茄	6.4	0.67	3.57	1.88	1.69	-	4.38
檸檬	7.4	6.12	0.75	0.33	0.30	0.12	0.89
萊姆	8.0	6.31	1.63	0.67	0.62	0.34	1.91
蓮霧(紅)	8.6	0.18	7.68	4.21	3.10	0.37	9.70
橫山梨	9.0	0.25	6.30	2.74	3.38	0.17	7.19
楊桃	9.2	0.13	7.52	3.53	3.06	0.93	9.07
葡萄柚	8.0	1.22	6.78	2.11	1.81	2.86	7.71
葡萄柚	12.0	1.40	9.59	2.89	3.07	3.34	10.40
晚崙西亞橙	8.8	0.52	5.44	1.56	1.14	2.56	6.01
晚崙西亞橙	11.0	1.03	8.12	2.50	1.79	3.83	9.33
土樣仔	10.2	0.88	6.62	3.73	0.73	2.16	9.01
香瓜	11.5	0.18	8.32	1.85	1.63	4.84	9.13
梨	11.8	0.05	10.19	4.83	4.04	1.32	12.36
麻豆文旦	12.4	0.67	11.03	2.63	2.65	5.28	11.61
柳橙	13.8	0.94	8.90	2.96	2.66	2.97	9.86
柳橙	14.6	0.54	12.14	3.70	3.42	4.66	13.34
椪柑	14.0	0.37	11.03	4.09	2.91	4.03	13.02
百香果	16.0	4.60	8.55	2.12	2.00	4.43	9.43
甘蔗	16.0	0.08	12.15	0.72	1.03	10.40	12.35
荔枝	17.4	0.09	15.28	8.25	6.89	0.14	18.99
葡萄	17.5	0.39	15.15	7.86	7.29	-	18.52
龍眼	16.3	0.05	15.63	1.96	1.86	11.81	16.44
龍眼	21.5	0.05	18.29	1.73	2.00	14.56	18.90

*：換算甜度＝葡萄糖　x果糖 x 1.7 +蔗糖

▲香瓜、蓮霧、楊桃皆含全糖量，但因酸味較低，故較百香果甜。

言，糖度的多寡只能說是可溶固形物含量的多少，眞正的糖含量多少須減去酸度後才能比較。

即使知道了水果的糖含量，對於甜度大小仍然不能下定論。因爲構成水果中的糖，包括葡萄糖、果糖、蔗糖、麥芽糖等，都不是單一種糖類，而是由兩種或兩種以上的糖類組成。同樣的糖度，則果糖含量較多的甜度較大，蔗糖其次，葡萄糖較差。例如以食用甘蔗、荔枝、葡萄和龍眼等三種含有高糖度果汁的水果來比較，則甘蔗和龍眼以蔗糖爲主，荔枝與葡萄以果糖爲主；若不以酸度考量，則全糖量相同時，葡萄和荔枝會比甘蔗、龍眼甜。想吃甜度高的水果，因此除了要注意糖度、糖含量外，還要選含果糖或蔗糖較多的水果。除了糖的影響外，酸度的影響也很大。例如百香果糖度雖高，但與含同樣全糖量的香瓜、蓮霧、楊桃相比，甜味反而被酸味蓋過。

結語

蔬果汁及飲料的糖度可以用糖度折射計測定，讀數以°Brix表示。蔬果汁的溶解性成分並不完全是糖，因此糖度指的是可溶固形物的概略重量百分率而非糖含量。不過，對大多數的蔬果汁飲料而言，糖度與糖含量大致上有正比關係。對於酸度較高的蔬果汁，將糖度值減去酸度，所得到的值較接近眞正的糖含量。

農友函詢農業技術問題解答

⊙文／技術服務室彙集

農友陳昭坤先生(住址：高雄縣甲仙鄉小林村忠義路120巷5號)函詢薑和白蘿蔔栽培問題。(園藝系主答)

答：薑在有機質量多而適度保水力的砂質土或壤土栽培產量較高，組織較嫩，因此可施用適量堆肥(無論那一種均可)以增加土壤有機質，但宜於植前施用並與土壤充分混合。畦上覆稻殼是使乾旱地區可以保持土壤濕度，因爲薑的根系不發達，不耐旱，故熱而多雨易生病害。種植生薑及白蘿蔔畦上面覆蓋稻殼不要太靠近莖或根頭附近爲妥，以免稻殼醱酵生熱而引起雜菌滋生，或者可使用不會醱酵的銨化稻殼。

陳冠霖同學(住址：台中市南屯區五權西路二段538巷9弄9號)函詢有關「腰果」問題。(園藝系主答)

答：(一)、腰果在台灣少人種植，因不合經濟效益故乏人種植，多由熱帶地區供應國內需求，主產地在印度及東非，以莫三鼻給生產最多，印度次之，坦桑尼亞又次之。

(二)、腰果屬漆樹腰果屬(Anacardium)，腰果對土壤選擇不苛，但應避免種植在鹽鹼地及沼澤地及排水不良之地，土壤酸鹼度之適應範圍較廣，但以中性、微酸性土爲佳，排水必須良好。台灣全島均可種植，但以東、南部較宜，年雨量500至4000公厘的地方均可種植。種植行株距約8x8公尺，一分地可種約15株，一株可收成10公斤左右。腰果樹產量隨果樹齡增長而增加，至第八至十年到達盛產期。